用巨尾阿丽蝇蛹期发育形态来推断死者死亡时间

王江峰[1,2]，胡 萃[2]，陈玉川[1]，闵建雄[3]，李俊涛[3]
（1. 中山大学中山医学院法医系，广州 510080；2. 浙江大学应用昆虫研究所，杭州 310029；
3. 公安部第二研究所物证检验中心，北京 100080）

摘要：为了明确对于凶杀案件中死亡时间判断有重要意义的蝇蛹的形态随时间的变化规律，在 16、20、24、28、32℃饲养了巨尾阿丽蝇并定期取样、解剖，显微镜下观察其体表形态变化。结果表明：巨尾阿丽蝇蛹壳内蛹呈现出规律性的变化，这些规律性的变化可指示出蛹的发育进程，进而可指示该昆虫在尸体上出现的时间，从而对死者的死亡时间做出判断。根据这些规律性的变化可将蛹期划分为 7 个阶段。不同恒温下达到以上阶段所需时间不同，高温下短而低温下长。

关键词：巨尾阿丽蝇；法医昆虫学；死亡时间；温度；蛹
中图分类号：Q964 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2002）05-0698-04

Application of the pupal morphogenesis of *Aldrichina grahami*（Aldrich）to the deduction of postmortem interval

WANG Jiang-Feng[1]，HU Cui[2]，CHEN Yu-Chuan[1]，MIN Jian-Xiong[3]，LI Jun-Tao[3]（1. Department of Forensic Pathology，Sun Yat-Sen University of Medical Sciences，Guangzhou 510080，China；2. Institute of Applied Entomology，Zhejiang University，Hangzhou 310029，China；3. Institute of Forensic Sciences，Ministry of Public Security，Beijing 100080，China）

Abstract: The forensically important fly *Aldrichina grahami*（Aldrich）was reared at constant temperature to study the chronology of parate adults within puparia. The results show that some morphological changes within the puparium can be used as age markers. The pupal stage of *Aldrichina grahami* can be divided into seven developmental stages. The time required for pupal development was inversely proportional to temperature.

Key words: *Aldrichina grahami*；forensic entomology；postmortem interval；temperature；pupa

死亡时间（postmortem interval，PMI）是指从死亡发生时刻起尸体所经历的时间。对死亡时间推断重要性的认识已经历了数个世纪，但无论是过去还是现在，无论案件简单还是复杂，在案发现场面临尸体时法医要解决的首要问题仍然是死亡时间的推断。由于犯罪活动与死亡时间有着必然的关联，在许多情况下死亡时间标志着案件发生的时间，因此推断死亡时间对确定案发时间、确定和排除作案嫌疑人，对划分侦察范围，对判断嫌疑人是否在犯罪现场、有无作案时间等有着非常重要的意义。目前死亡时间推断所依据的法医病理学方法只对死亡早期的时间有效（1～3 天），而对于腐败尸体的死亡时间推断只能根据案情来判断（Bernard，1996；王慧军，2002）。

根据尸体上的昆虫可以对腐败尸体、特别是高度腐败尸体的死亡时间做出死亡时间比较准确的推断，这一点已经得到大量案例证明。在此方面已经开展了大量工作（Jason and James，2001；胡萃，2000）。

蛹期是蝇类生活中的重要环节，约占整个幼期的一半左右，蝇蛹是刑事死亡现场常见的虫态之一，因此蝇蛹发育时间的确定就显得至关重要。关于蝇类昆虫的化蛹等变态行为国际上已开展了大量研究。但从法医昆虫学实践需要对蝇类蛹形态的变化仅见于 Greenbeg（1995）的报道，他分别在 22℃和 29℃观察了伏蝇蛹壳内蛹的形态变化，以及化蛹时蛹壳颜色的变化。巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldrich）是我国除新疆及高寒地区外的广大地区死亡现场出现较多的昆虫，常在早春和晚秋的尸体上占绝对优势。对巨尾阿丽蝇蛹蝇幼期发育形

基金项目：公安部重点科研资助项目（978221001）、国家自然科学基金（39870681，30100216）和广东省自然科学基金项目（001386）
第一作者简介：王江峰，男，1970 年 11 月生，陕西富平人，博士后，副教授，研究方向为法医昆虫学，E-mail：wifwif@gzsums.edu.cn
收稿日期 Received：2000-10-16；接受日期 Accepted：2002-07-28

态学的研究对死亡时间的判断有重要法医学意义。我们在对巨尾阿丽蝇幼虫研究的基础上（王江峰等，2002），又开展了蛹的相关研究，结果整理如下。

1 材料与方法

1.1 供试材料

巨尾阿丽蝇由公安人员在案发现场采集，带回实验室连续饲养，供实验用。

1.2 蛹期阶段的划分

将巨尾阿丽蝇所产新鲜卵接种于猪肝块上，分别放在12、16、20、24、28、和32℃下培养，自巨尾阿丽蝇化蛹起，每隔12 h取样一次，直至羽化。每次皆取10头标本，用醋酸醇（醋酸:乙醇＝1:3）固定，然后保存于75%酒精中。

在体视显微镜下，用拨针仔细挑开蛹壳，观察蛹期的形态变化，进行阶段划分。并观察在不同恒温下，达到上述发育阶段的时间。

2 结果

2.1 蛹期发育阶段的划分

蛹期可依其形态分为预蛹期、隐头蛹期、显头蛹期、白胸期、黑鬃胸期、半红眼期、红眼期及黑鬃腹期。各发育阶段形态描述（图版Ⅰ）如下。

预蛹期：保持缩短幼虫的形态，与蛹壳外形相似，前部尚未凹陷，未见呼吸角，组织开始分解，具粘液，蛹壳很难剥离，口咽器仍与蛹紧密结合。

隐头期：蛹前端出现凹陷，正前方可见呈双小球状的原头，原头外侧有一对呼吸角，蛹体有大量粘液，蛹壳很难剥离。

显头期：原头长、大，头、胸和腹部很明显，复眼外形已完整，呼吸角粗短，略向前弯，位于复眼后面。

白鬃胸期：胸部背面出现鬃，呈须状、白色、分散，在胸后部聚成一束，呈“v”形，鬃束末端达腹部中段。

黑鬃胸期：胸部出现稀疏而粗大的黑色鬃，腹部沿各腹节处出现浅灰色毛，复眼呈黄色。

半红眼期：复眼后半部呈鲜红色，体鬃比黑鬃胸期稍密。

红眼期：复眼全部鲜红色，胸和腹部颜色进一步加深，均有较多鬃。

黑鬃腹期：复眼呈深红色，胸和腹部均有浓厚的鬃及毛，整个蛹已具成虫雏形，但由于膜的包被，附肢及鬃、毛均贴在虫体上。

表1是巨尾阿丽蝇蛹各发育阶段检索表。不同温度下巨尾阿丽蝇蛹各发育阶段进度表如表2。该蝇蛹发育至某一阶段所需的时间和某一阶段持续的时间在12～28℃随温度的增高而缩短。在24℃和28℃下从预蛹期到黑鬃期为168 h，12℃时从预蛹期到黑鬃胸期需要20～23天。

表1 巨尾阿丽蝇蛹各发育阶段检索表

Table 1 Key to different developmental stages of *Aldrichina grahami* pupa

1 蛹未分为头、胸及腹3部分，具有较多粘液 ······ 2
　蛹分为头，胸，腹3部分，无粘液 ······ 3
2 蛹前部无凹陷和呈双小球状的原头，未见呼吸角······ **原预蛹期**
　蛹前部出现凹陷，并有呈双小球状的原头，一对呼吸角位于原头两侧······ **隐头期**
3 蛹无鬃······ **显头期**
　蛹具鬃 ······ 4
4 蛹胸部背面具白色须状鬃······ **白鬃胸期**
　体鬃黑色 ······ 5
5 复眼黄色······ **黑鬃胸期**
　复眼至少部分为红色 ······ 6
6 复眼部分为红色······ **半红眼期**
　复眼全部为红色 ······ 7
7 复眼为鲜红色，胸部和腹部具稀疏的黑色鬃······ **红眼期**
　复眼为深红色，胸部和腹部均具浓密的鬃及毛······ **黑鬃腹期**

3 讨论

在死亡时间较长的凶杀现场，蛹是发现最多的昆虫虫态，除了刚化蛹时蛹壳颜色有变化外，几乎没有其它外表变化，以往判断死亡时间的做法是将采到的蛹饲养到羽化，然后倒推出死亡时间，这样需要时间，常常错失破案良机。实际上在此期间蛹壳内蛹的形态发生了巨大的变化，这些变化可望对死亡时间作出指示。昆虫学者从变态角度已经对包括家蝇及丽蝇在内的昆虫开展了较多研究（Wigglesworth，1965），而从法医学角度的研究仅见于Greenberg（1995）的报告，其研究表明伏蝇 *Phoria regina* 蛹在发育过程中蛹壳内出现了11个可表征其发育时间的重要特征。本文关于巨尾阿丽蝇的研究表明大约有7个明显的变化阶段，与其结果基本一致，但对于Greenberg研究中所提到的少数特征，如成虫蜕皮开始，膜围绕附肢，蜕皮完成，被内成虫包裹在膜状的蛹蜕内，腹部分节等，我们发现这

些特征很不显著。比如腹部分节，Greenberg 记载是在蜕皮完成后出现，但我们发现实际时间可能更早一些，在蛹刚出现头、胸、腹之分时，已经可隐约看到腹部各节。故对于这些特征没有采用。蛹壳内蛹特征的变化是一个连续的过程，各个器官的变化是一个逐渐的过程，并不如本文中所划分的如此干脆。本文中只是列出了那些比较显著的引人注目的特征，没有提及的特征有可能已经出现，只是不显著而已。

表 2　在不同温度下巨尾阿丽蝇蛹各发育阶段进度表

Table 2　Chronometrical morphology of pharate *A*. *grahami* at diffeent temperatures

化蛹后时间 Time after pupation（h）	温度 Temperature（℃）					化蛹后时间 Time after pupation（h）	温度 Temperature（℃）				
	12	16	20	24	28		12	16	20	24	28
12	A	A	A	A	A	204	C	D	F ~ G		
24	A	A	B	B	B	216	C	E	G		
36	A ~ B	B	B	C	C	228	C	E	H		
48	B	B	C	C	C	240	C	F	H		
60	B	B	C	C	C	252	C	F ~ G	H		
72	B	C	C	C	C	264	C	G			
84	B	C	C	C	C	288	D	H			
96	C	C	C	D	D	312	D	H			
108	C	C	C	D	D	336	D				
120	C	C	C	D	D	350	D				
132	C	C	C	E	E	384	E				
144	C	C	C	E	E	408	F				
156	C	C	D	H	E ~ F	432	F				
168	C	C	D	H	H	456	G				
180	C	D	D			20 ~ 23 天（days）	H				
192	C	D	E								

A. 预蛹期 Prepupal stage; B. 隐头期 Cryptocephalic stage; C. 显头期 Phanerocephalic stage; D. 白鬃胸期 White thorax setae stage; E. 黑鬃胸期 Tanned thorax setae stage; F. 半红眼期 Part pigmented eye stage; G. 红眼期 Entire pigmented eye stage; H. 黑鬃腹期 Tanned abdomen setae stage

可以看出，这些特征变化的时间在整个蛹期并不是均匀的，在蛹的开始阶段和临近羽化期分布比较密集。显头期占据了蛹期相当长的时间，我们曾试图将此阶段细分，但均以失败告终，此方面有待于用生理、生化方法来解决。在研究中也发现，呼吸角的出现是划分隐头蛹期和显头蛹期的最方便标记。

另外，在解剖蝇蛹过程中笔者发现有一些因寄生蜂寄生或其他原因而死亡的蝇蛹，这一现象在野外自然条件下更为严重。在中山市一个刑事现场所采集的 100 多只蛹中，大约有 20 个因寄生而死亡的蛹。死的蝇蛹因在早些时间已停止发育从而可能对死亡时间推断造成误导。对于死蛹与活蛹的区分，经过观察发现，大部分蝇蛹透过蛹壳可看到不断跳动的背血管，它是判别死蛹与活蛹的重要标志。

参 考 文 献（References）

Bernard K, 1996. Forensic Pathology. Arnold, Great Britain. 79 – 85.

Greenberg B, 1995. Flies as forensic indicators. *J*. *Med*. *Ent*., 28: 553 – 577.

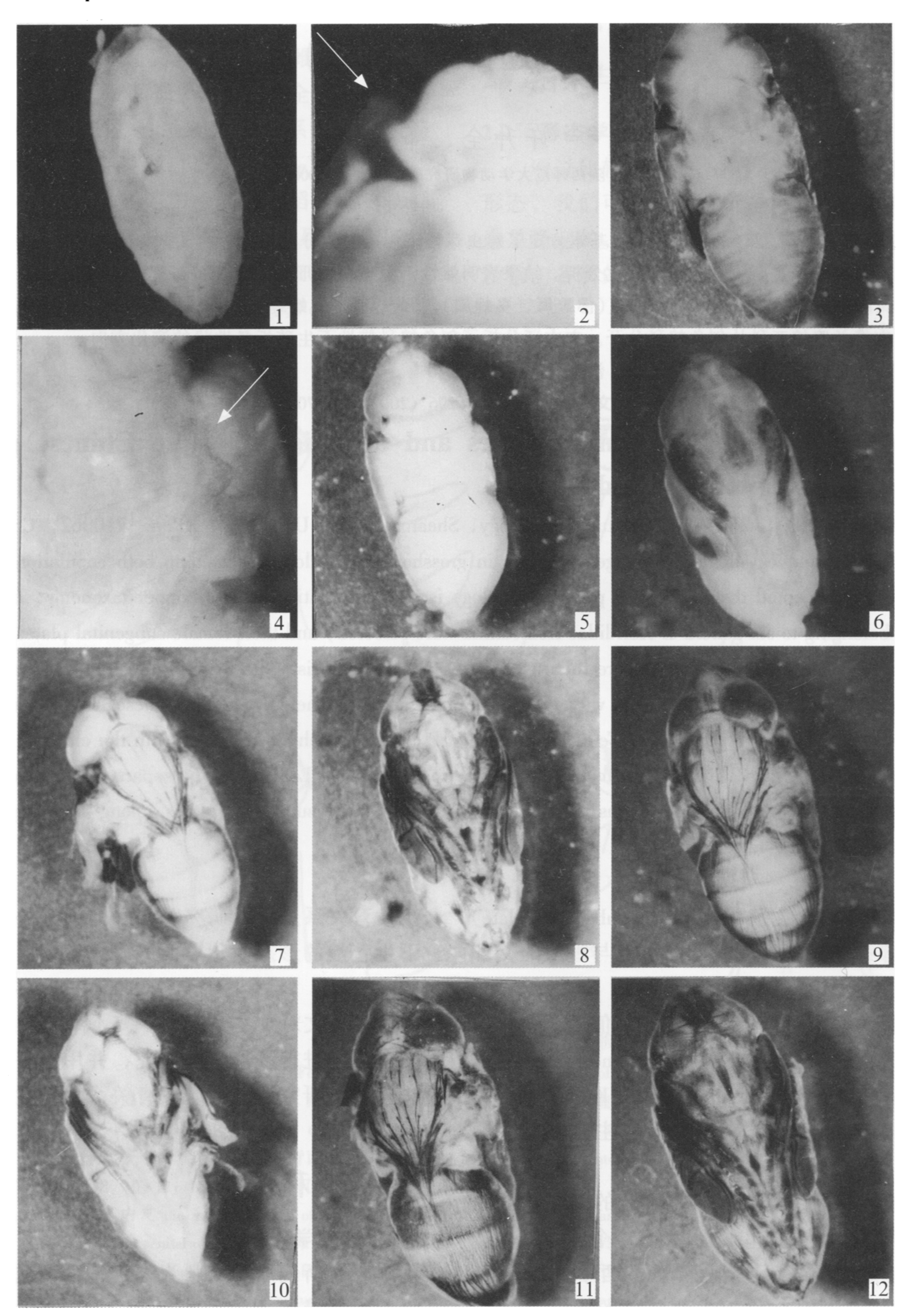
Hu Cui, 2000. Forensic Entomology. Chongqing: Chongqing Press. 1 – 355.［胡萃，2000. 法医昆虫学. 重庆：重庆出版社. 1 – 355］

Jason H B, James L C, 2001. Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. Boca Raton, London, New York, Washington D. C.: CRC Press. 1 – 418.

Wigglesworth V B, 1965. The Principles of Insect Physiology. 6th ed. Methum, London.

Wang H J, 2002. New development of the dedermination of early postmortem interval. In: Wu X Y ed. Advanced Forensics. Zhengzhou: Zhengzhou University Press.［王慧军，2002. 早期死亡时间推断新进展. 见：伍新尧. 高级法医学. 郑州大学出版社］

Wang J F, Hu C, Chen Y C, Min J X, Li J T, 2002. Chronometrical morphology of *Aldrichina grahami* and its application in the determination of postmortem interval. *Acta Entomol*. *Sin*., 45 (2): 265 – 270.［王江峰，胡萃，陈玉川，闵建雄，李俊涛，2002. 巨尾阿丽蝇幼虫发育形态学及其在死者死亡时间推断中的应用. 昆虫学报，45 (2): 265 – 270］



巨尾阿丽蝇蛹各发育阶段的形态

Morphology of *Aldrichina grahami* pupae at different development stages

1. 预蛹期 Prepupal stage, 7.5×; 2. 隐头期，前部背面观，箭头示呼吸角 cryptocephalic stage, anterior dorsum, dorsal view, arrowhead indicate respiration horr 30×; 3. 显头期，背面观 phanerocephalic stage, dorsal view, 7.5×; 4. 白鬃胸期，背面观，箭头示白色鬃 white torax setae stage, dorsal view, arrowhead indicates white bristle 25×; 5. 白鬃胸期，背面观 white thorax setae stage, dorsal view, 7.5×; 6. 白鬃胸期，腹面观 white thorax setae stage, ventral view 7.5×; 7. 黑鬃胸期，背面观 tanned thorax setae stage, dorsal view, 7.5×; 8. 黑鬃胸期，腹面观 tanned thorax setae stage, ventral view, 7.5×; 9. 红眼期，背面观 pigmented eye stage, dorsal view, 7.5×; 10. 红眼期，腹面观 pigmented eye stage, ventral view, 7.5×; 11. 黑鬃腹期，背面观 tanned abdomen setae stage, dorsal view, 7.5×; 12. 黑鬃腹期，腹面观 tanned abdomen setae stage, ventral view, 7.5×